

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-237610
(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.CI. H01P 1/203
H01P 1/208
H01P 7/08

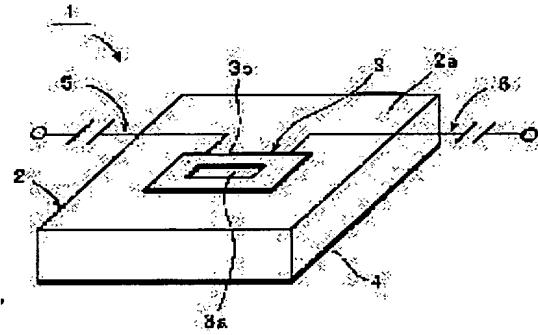
(21)Application number : 2000-047919 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD
(22)Date of filing : 24.02.2000 (72)Inventor : OKAMURA NAOTAKE
KAMINAMI SEIJI
MIZOGUCHI NAOKI

(54) DUAL MODE BAND-PASS FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dual mode band pass filter, which is miniaturized, coupled efficiently and controllably, and easily provides a wide passband and enhances the degree of freedom for design.

SOLUTION: Concerning a dual mode band-pass filter 1, a metal film 3 comprising a resonator is formed at a certain height on the first main side of a dielectric substrate 2 having first and second main sides or on the dielectric substrate. The metal film 3 is formed with a through hole 3a. At least, one ground electrode 4 is formed inside the second main side of the dielectric substrate 2 or inside the dielectric substrate so as to face the metal film 3 through a dielectric substrate layer, and input/output coupling circuits 5 and 6 are coupled to the metal film 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3395754

[Date of registration] 07.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-237610

(P2001-237610A)

(43) 公開日 平成13年8月31日(2001.8.31)

(51) Int. C1. 7

H O 1 P 1/203
1/208
7/08

識別記号

F I
H O 1 P 1/203
1/208
7/08

テーマコード(参考)
5J006

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全23頁)

(21) 出願番号 特願2000-47919(P2000-47919)

(22) 出願日 平成12年2月24日(2000.2.24)

(71) 出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡市天神二丁目26番10号
(72) 発明者 岡村 尚武
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(72) 発明者 神波 誠治
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(74) 代理人 100086597
弁理士 宮▼崎▲ 主税

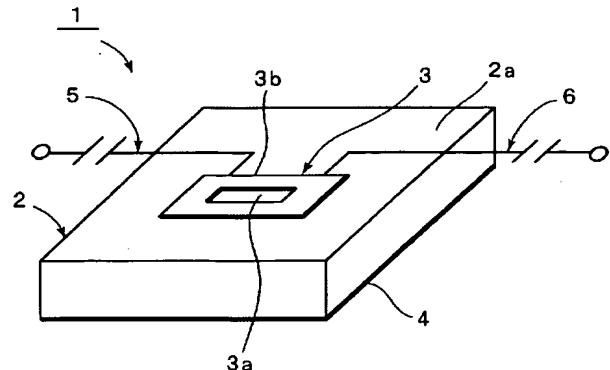
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】デュアルモード・バンドパスフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 小型化を図り得るだけでなく、結合度を大きくすることができ、結合度の調整が容易であり、広い通過帯域を容易に実現することができ、設計の自由度に優れたデュアルモード・バンドパスフィルタを得る。

【解決手段】 第1、第2の主面を有する誘電体基板2の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において共振器を構成する金属膜3が形成されており、該金属膜3に貫通孔3aが形成されており、金属膜3と誘電体基板層を介して対向するように、誘電体基板2の第2の主面または誘電体基板内に少なくとも1つのグラウンド電極4が形成されており、金属膜3に入出力結合回路5、6が結合されている、デュアルモード・バンドパスフィルタ1。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1、第2の主面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成されており、かつ2つの共振モードを結合させるための貫通孔を有する金属膜と、前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように、誘電体基板の第2の主面または誘電体基板内に形成された少なくとも1つのグラウンド電極とを備え、前記金属膜に異なる部分で結合された一対の入出力結合回路とを備えることを特徴とする、デュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項2】 前記貫通孔の平面形状が、長手方向と短手方向とを有する形状である、請求項1に記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項3】 前記貫通孔の平面形状が、長方形、楕円形、または長方形もしくは楕円形の一部において、長手方向と交叉する方向に延びた折り曲げ部を有する形状である、請求項2に記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項4】 前記金属膜の平面形状が、長方形、菱形、正多角形、円形または楕円形である、請求項1に記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項5】 前記貫通孔が複数形成されている、請求項1～4のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項6】 前記誘電体基板の第1の主面に前記金属膜が形成されており、第2の主面に前記グラウンド電極が形成されている、請求項1～5のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項7】 前記金属膜が、前記誘電体基板のある高さ位置に形成されており、前記誘電体基板の第1、第2の主面にグラウンド電極が形成されており、それによってトリプレート構造とされている、請求項1～5のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばマイクロ波～ミリ波帯の通信機において帯域フィルタとして用いられるデュアルモード・バンドパスフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、高周波領域で用いられるバンドパスフィルタとして、デュアルモード・バンドパスフィルタが種々提案されている (MINIATURE DUAL MODE MICROSTRIP FILTERS, J.A. Curtis and S.J. Fiedziuszko, 1991 IEEE MTT-S Digestなど)。

【0003】 図48及び図49は、従来のデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための各模式的平面図である。図48に示すバンドパスフィルタ200では、誘電体基板(図示せず)上に円形の導電膜201が

形成されている。この導電膜201に、互いに90°の角度をなすように、入出力結合回路202及び入出力結合回路203が結合されている。そして、上記入出力結合回路203が配置されている部分に対して中心角45°の角度をなす位置に、先端開放スタブ204が形成されている。これによって共振周波数が異なる2つの共振モードが結合され、バンドパスフィルタ200は、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作するよう構成されている。

【0004】 また、図49に示すデュアルモード・バンドパスフィルタ210では、誘電体基板上に略正方形の導電膜211が形成されている。この導電膜211に、互いに90°の角度をなすように、入出力結合回路212、213が結合されている。また、入出力結合回路213に対して135°の位置のコーナー部が欠落されている。欠落部分211aを設けることにより、2つの共振モードの共振周波数が異ならされており、該2つのモードの共振が結合されて、バンドパスフィルタ210は、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。

【0005】 他方、円形の導電膜に代えて、円環状の導電膜を用いたデュアルモードフィルタも提案されている (特開平9-139612号公報、特開平9-162610号公報など)。すなわち、円環状のリング伝送路を用い、図48に示したデュアルモード・バンドパスフィルタと同様に、中心角90°の角度をなすように入出力結合回路を配置し、かつリング状伝送路の一部に先端開放スタブを設けてなるデュアルモードフィルタが開示されている。

【0006】 また、特開平6-112701号公報にも、同様のリング状伝送路を用いたデュアルモードフィルタが開示されている。図50に示すように、このデュアルモードフィルタ221では、誘電体基板上に円環状の導電膜222が形成されているリング共振器が構成されている。ここでは、円環状の導電膜222に対して、互いに90°をなすように4個の端子223～226が構成されている。4個の端子のうち、互いに90°の角度をなす位置に配置された2個の端子223、224が入出力結合回路227、228に結合されており、残りの2個の端子225、226が帰還回路230を介して接続されている。

【0007】 上記構成により、1つのストリップ線路からなるリング共振器において、互いに結合しない直交モード共振を生じさせ、上記帰還回路230により結合度を制御することが可能である旨が記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 図48及び図49に示した従来のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、1つの導電膜パターンを形成することにより2段のバンドパスフィルタを構成することができ、従ってバンドパ

スフィルタの小型化を図り得る。

【0009】しかしながら、円形や正方形の導電膜パターンにおいて、上記特定の角度を隔てて入出力結合回路を結合する構成を有するため、結合度を大きくすることができず、広い通過帯域を得ることができないという欠点があった。

【0010】また、図48に示されているバンドパスフィルタでは、導電膜201が円形であり、図49に示すバンドパスフィルタでは、導電膜211がほぼ正方形と形状が限定されている。従って、設計の自由度が低いという問題もあった。

【0011】また、特開平9-139612号公報や特開平9-162610号公報に記載のようなリング状共振器を用いたデュアルモードバンドパスフィルタにおいても、同様に結合度を大きくすることが困難であり、かつリング状共振器の形状が限定されるという問題があった。

【0012】他方、前述した特開平6-112701号公報に記載のデュアルモードフィルタ221では、帰還回路230を用いることにより、結合度の調整が行われ、広帯域化が図られるとされている。しかしながら、この先行技術に記載のデュアルモードフィルタでは、帰還回路230が必要であり、回路構成が煩雑化するという問題があった。加えて、やはり、リング状共振器の形状が円環状と限定され、設計の自由度が低いという問題があった。

【0013】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、小型化を図り得るだけでなく、結合度を大きくすることができ、さらに結合度の調整が容易であり、広い通過帯域を容易に実現することができ、さらに設計の自由度に優れたデュアルモード・バンドパスフィルタを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタは、第1、第2の主面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成されており、かつ2つの共振モードを結合させるための貫通孔を有する金属膜と、前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように、誘電体基板の第2の主面または誘電体基板内に形成された少なくとも1つのグラウンド電極とを備え、前記金属膜に異なる部分で結合された一対の入出力結合回路とを備えることを特徴とする。本発明では、上記のように構成されているので、一対の入出力結合回路の金属膜への結合点間を結ぶ仮想線と略平行な方向、並びに該仮想線に直交する方向の2つの共振モードのうち、一方の共振モードが貫通孔により影響を受けてその共振周波数が変動する。言い換えれば、貫通孔が、一方の共振モードを他方の共振モードと結合させ得るよう

に、一方の共振モードの共振電流に影響を与えるように

形成されている。従って、上記貫通孔により、2つの共振モードが結合され、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。

【0015】本発明の特定の局面では、前記貫通孔の平面形状が、長手方向と短手方向とを有する形状とされている。本発明のさらに他の特定の局面では、前記貫通孔の平面形状が、長方形、楕円形、長方形もしくは楕円形の一部において、長手方向と交叉する方向に延びた折り曲げ部を有する形状とされている。

【0016】本発明の別の特定の局面では、前記金属膜の平面形状が、長方形、菱形、正多角形、円形または楕円形である。上記貫通孔は複数形成されていてもよい。

【0017】また、本発明のさらに他の特定の局面では、前記誘電体基板の第1の主面に前記金属膜が形成されており、第2の主面に前記グラウンド電極が形成されている。

【0018】本発明の他の特定の局面では、前記金属膜が、前記誘電体基板内のある高さ位置に形成されており、前記誘電体基板の第1、第2の主面にグラウンド電極が形成されており、それによってトリプレート構造とされている。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0020】図1は、本発明の第1の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための斜視図であり、図2は、その模式的平面図である。デュアルモード・バンドパスフィルタ1は、矩形板状の誘電体基板2を有する。誘電体基板2は、本実施例では、比誘電率 $\epsilon_r = 2.58$ のフッ素樹脂からなる。もっとも、本実施例及び以下の実施例において、誘電体基板を構成する誘電体材料については、フッ素樹脂に限らず、BAS材など適宜の誘電体材料等を用いることができる。

【0021】上記誘電体基板2の厚みは特に限定されないが、本実施例では $350\mu\text{m}$ とされている。上記誘電体基板2の上面2a上には、共振器を構成するために金属膜3が形成されている。金属膜3は、誘電体基板2において部分的に形成されており、かつ該金属膜3は本実施例では長方形の形状を有する。また、金属膜3には、貫通孔3aが形成されている。貫通孔3aは長方形の平面形状を有し、その長さ方向が、金属膜3の長手方向すなわち長辺方向と平行とされている。

【0022】本実施例では、金属膜3は長辺が 15mm 、短辺が 7mm の寸法とされており、貫通孔3aは、長辺が 13.5mm 、短辺が 0.2mm とされている。もっとも、上記金属膜3の寸法及び貫通孔3aの大きさについては、これに限定されず、所望とする中心周波数と帯域幅に応じて適宜変形し得る。

【0023】他方、誘電体基板2の下面には、全面にグラウンド電極4が形成されている。上記金属膜3には、

その1つの長辺3b側において、出入力結合回路5、6が結合されている。なお、金属膜3の異なる部分である限り、出入力結合回路5、6は図示の位置に限定されず、適宜の位置で結合され得る。

【0024】本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、出入力結合回路5、6の一方とグラウンド電極4との間に入力電圧を印加することにより、出入力結合回路5、6の他方とグラウンド電極4との間で出力が取り出される。この場合、金属膜3が長方形の形状を有し、上記貫通孔3aが形成されているので、2つのモードの共振が結合され、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1の周波数特性を図3に示す。

【0025】図3において、実線Aは反射特性を、破線Bは通過特性を示す。また、図3から明らかなように、矢印Cで示す帯域が通過帯域であるバンドパスフィルタが構成されていることがわかる。

【0026】すなわち、本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、上記金属膜3に貫通孔3aを形成することにより、2つのモードの共振が結合され、デュアルモード・バンドパスフィルタとしての特性*

W×L (mm)	実測値		計算値	
	f _{r1} (GHz)	f _{r2} (GHz)	f _{r1} (GHz)	f _{r2} (GHz)
15×13	6.29	7.13	6.22	7.18
15×11	6.22	8.63	6.22	8.48
15×9	6.16	10.51	6.22	10.37
15×7	6.22	13.24	6.22	13.33

【0031】表1から明らかなように、上記実測値と計算値とがほぼ一致していることがわかる。従って、上記結果から、長方形の金属膜3を用いて構成された共振器は、金属膜3の長辺の長さを $\lambda/2$ として決定される共振と、短辺の長さを $\lambda/2$ として決定される共振の2つの共振を有することがわかる。

【0032】次に、上記長方形の金属膜3に貫通孔3aを形成することにより、上述した2つのモードの共振を結合させて、デュアルモード・バンドパスフィルタが得られることを示す。

【0033】上記実験例において作製した15×7mmの長方形の金属膜3からなる共振器に、幅0.2mmであり、長さが、6、8、10、12、13.5mmの大きさの各貫通孔3aを形成し、5種類の共振器を作製した。

【0034】この5種類の共振器の周波数特性を、図5～図9に示す。図5～図9から明らかなように、上記貫通孔3aの長さ3aが長くなるにつれて、第2の共振モードの共振周波数f_{r2}が低周波数側に移動していくことがわかる。そして、図9に示すように、共振周波数f_{r2}が共振周波数f_{r1}よりも低くなつたところで、共

*の得られることがわかる。

【0027】上記構造において、金属膜3の形状を変化させることにより、様々な2つのモードの共振特性を得ることができる。これを具体的な実験例に基づき説明する。上記誘電体基板上に、銅からなり、貫通孔3aを有しない金属膜3を、寸法を下記の表1に示すように種々異ならせて形成し、それによって4種類の共振器を作製した。

【0028】これらの金属膜からなる共振器に基づく共振としては、以下の2つのものが考えられる。第1の共振は、金属膜3の長辺が $\lambda/2$ として決定される共振周波数f_{r1}の共振モードであり、第2の共振は、金属膜3の短辺の長さを $\lambda/2$ として決定される共振周波数f_{r2}の共振モードである。

【0029】上記共振周波数f_{r1}、f_{r2}の実測値と計算値を下記の表1に併せて示す。なお、図4に金属膜3が15×13mmの場合の周波数特性を代表的な例として示す。

【0030】

【表1】

30 振周波数f_{r1}とf_{r2}とが結合し、バンドパスフィルタが構成されることがわかる。

【0035】上記貫通孔3aを形成したことにより、本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、短辺方向に沿った共振モードの共振電流が、該貫通孔3aで遮断される部分が生じ、それによって、インダクタンスを附加した場合と同様に作用し、短辺方向に沿う共振の共振周波数f_{r2}が低くなるものと考えられる。言い換れば、本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、長方形の形状の金属膜における2つの共振において、それぞれの共振電流の流れ方が異なっている。従って、上記のように、2つの共振を結合させるには、一方のモードの共振周波数が他方のモードの共振周波数に近づいて結合するように、貫通孔3aを形成すればよいことがわかる。

【0036】よって、上記貫通孔3aは、2つのモードの共振が結合し得るように形成されており、すなわち、長方形の金属膜3からなる共振器を用いた場合には、該金属膜3の短辺方向に沿う共振の共振周波数を低下させて長辺方向に沿う共振の共振周波数に共振周波数を近づけるべく、貫通孔3aの長さ方向が金属膜3の長辺方向

に沿って貫通孔3aが形成されており、かつ該貫通孔3aの幅方向寸法が選ばれている。

【0037】従って、上述したように、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させることができ、しかも上記貫通孔3aの寸法を調整することにより、結合度を自由にかつ大きく調整し得る。

【0038】図10(a)は、第1の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を説明するための断面図である。第1の実施例では、誘電体基板2の上面に金属膜3が形成されていたが、図10

(a)に示す第1の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、誘電体基板2内に貫通孔3aを有する金属膜3が形成されている。金属膜3の平面形状が、第1の実施例と同様である。

【0039】また、誘電体基板の上面及び下面の全面にはグラウンド電極4、4が形成されている。従って、本変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタは、トリプレート構造を有する。このように、本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタは、トリプレート構造を有するものであってもよい。

【0040】また、グラウンド電極4は、金属膜3と誘電体基板2を介して、あるいは誘電体基板2の一部の層を介して対向され得る限り、全面に形成されずともよい。また、グラウンド電極4は、誘電体基板2の中間高さ位置に内部電極の形態で形成されていてもよい。

【0041】図10(b)は、第1の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの第2の変形例を説明するための模式的平面図である。第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、長方形の金属膜3の一方の長辺に入出力結合回路5、6が結合されていたが、図10に示すように、入出力結合回路5、6は、第1、第2の長辺3b、3cに振り分けられて結合されてもよい。なお、その他の構成は第1の実施例と同様である。

【0042】第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1と、入出力結合回路5、6の結合点が異なるらせたことを除いては同様に構成された本変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を図11に示す。図11から明らかなように、本変形例においても、高周波域でバンドパスフィルタとして使用し得る特性の得られることがわかる。特に、図3と図11とを比較すれば明らかなように、入出力結合回路5、6の結合点の位置を変えることにより、帯域幅を大きく変更し得ることがわかる。すなわち、帯域幅の調整量や設計の自由度を高め得ることがわかる。

【0043】図12は、第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第3の変形例を説明するための模式的平面図である。ここでは、金属膜3の長辺が15mm、短辺が13mmとされている。その他の点については、第1の実施例のバンドパスフィルタと同様に構成

されている。

【0044】第2の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を図13に示す。図3と図13とを比較すれば明らかのように、金属膜3の短辺の長さを変えることによっても、帯域幅を変え得ることがわかる。

【0045】図14は、本発明の第2の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための斜視図であり、図15は、その要部を示す模式的平面図である。

【0046】第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ11は、誘電体基板2の上面に形成されている金属膜13の形状が第1の実施例の金属膜3と異なることを除いては、ほぼ同様に構成されている。従って、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、その説明を省略する。

【0047】本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、共振器を構成する金属膜の形状については長方形に限定されない。すなわち、図14に示すように、外周縁がランダムな形状、すなわち任意の形状であってもよい。この場合においても、任意形状の金属膜13に、貫通孔13aを形成し、入出力結合回路5、6を金属膜13の2つの部分に結合することにより、デュアルモード・バンドパスフィルタを構成することができる。

【0048】デュアルモード・バンドパスフィルタ11の具体的な実験例及び周波数特性を説明する。上記誘電体基板2として第1の実施例と同じ材料及び厚みからなるものを用意した。次に、金属膜13として、18μmの厚みの銅からなり、最大径が15mmの任意形状の金属膜13を形成した。なお、誘電体基板2の下面には、第1の実施例と同様にグラウンド電極を形成した。

【0049】また、入出力結合回路5、6の結合点については、図14及び図15に示すように、金属膜13の外周縁の任意の2点を結合点として選択し、貫通孔13aは、その2点を結ぶ直線に平行となるように形成した。

【0050】上記第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を図16に示す。図16から明らかなように、2つのモードの共振が結合されて、デュアルモード・バンドパスフィルタとしての周波数特性の得られることがわかる。すなわち、金属膜13の形状を任意形状とした場合であっても、上記長方形の貫通孔13aの長さを調整することにより、第1の実施例と同様に、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させることができる。

【0051】なお、第2の実施例においては、上記金属膜13の形状は任意であり、かつ入出力結合回路5、6の金属膜13に対する結合点の位置関係は任意である。すなわち、入出力結合回路の結合点が金属膜13の中心

に対して互いに 90° の角度をなすように配置する必要は必ずしもない。

【0052】また、第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ11では、上記貫通孔13aは、1.5×0.2mmの長方形の形状としたが、貫通孔13aの形状及び寸法については特にこれに限定されるものではない。また、第1の実施例の説明からも明らかのように、本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、貫通孔は、2つのモードの共振を結合させるように形成される。この場合、金属膜の形状及び入出力結合回路5, 6の結合点の位置により2つのモードの共振周波数は異なるので、2つのモードの共振を結合するための貫通孔13aの形状や寸法もこれらに応じて異なることになる。

【0053】すなわち、第2の実施例における貫通孔13aの形状及び寸法は、金属膜13の形状及び入出力結合回路5, 6の結合点の位置によって異なるため、貫通孔13aの形状や寸法を具体的に限定することはできない。

【0054】しかしながら、第1の実施例の説明からも明らかのように、入出力結合回路5, 6の結合点を結ぶ仮想直線に平行に貫通孔13aが形成されており、上記結合点を結んだ仮想直線と直交する方向に伝搬する共振の共振電流を妨げることにより、2つのモードの共振が結合される。従って、第1の実施例の実験例からも明らかのように、金属膜13の外周縁の任意の2点を結合点として選択し、貫通孔13aを、この2点を結ぶ直線に平行となるように形成する限り、該貫通孔13aの長さ方向寸法を調整することにより、2つのモードの共振を確実に結合させることができる。言い換えれば、貫通孔13aは、入出力結合回路の結合点を結ぶ仮想直線に平行にその長さ方向が延びるように形成されており、かつ該貫通孔13aの長さは、金属膜13の形状により生じる2つのモードの共振を結合するように選択されている。

【0055】図17は、第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ11の第1の変形例を説明するための模式的平面図である。この変形例では、第2の実施例と同じ形状の金属膜13及び貫通孔13aが形成されているが、入出力結合回路5, 6の結合点の位置が異なるらされている。すなわち、貫通孔13aの長さ方向と直交する方向において、貫通孔13aが設けられている部分の外側において、対向する位置に入出力結合回路5, 6の結合点が配置されている。その他の構造は第2の実施例と同様である。

【0056】上記変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を図18に示す。図16と図18とを比較すれば明らかのように、第2の実施例のバンドパスフィルタの帯域幅は1390MHzであり、上記第1の変形例のバンドパスフィルタの帯域幅は490MHz

である。すなわち、各バンドパスフィルタの中心周波数の20%及び6.5%の帯域幅が得られている。従って、同じ形状の金属膜13を用いた場合であっても、入出力結合回路5, 6との結合点の位置を変えることにより、結合度が変わり、帯域幅を変化させ得ることがわかる。

【0057】図19は、本発明の第3の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの模式的平面図である。第3の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ21では、共振器を構成する金属膜23が円形とされており、該金属膜23内に、長方形の貫通孔23aが形成されている。入出力結合回路5, 6は、金属膜23の円周上の異なる部分に結合されている。なお、入出力結合回路5, 6の結合点の位置は、必ずしも、円形の金属膜23の中心角 90° をなす必要はない。

【0058】図19に示した第3の実施例のバンドパスフィルタの周波数特性を図20に示す。なお、図20に示した特性は、上記円形の金属膜23の径を15mmとし、1.5×0.2mmの長方形の貫通孔23aを中心からずらした位置に形成した場合の特性である。なお、その他の寸法については、第1の実施例と同様である。

【0059】図20から明らかのように、第3の実施例においても、上記貫通孔23aを形成することにより、円形の金属膜23を用いてデュアルモード・バンドパスフィルタを構成し得ることがわかる。すなわち、円形の金属膜の場合、円は等方性を有する形状であるが、入出力結合回路5, 6の結合点を結ぶ仮想線に対して長辺方向が略平行となるように長方形の貫通孔23aを形成した場合、上記仮想線と略平行な方向の共振モードと、該仮想線に略直交する方向の共振モードのうち、仮想線に直交する方向の共振モードの共振電流が貫通孔23aにより影響を受けて、2つの共振モードが結合されてデュアルモード・バンドパスフィルタが構成される。

【0060】図21は、本発明の第4の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの模式的平面図である。第4の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ31では、共振器を構成する金属膜33が正方形とされており、該金属膜33内に、長方形の貫通孔33aが形成されている。入出力結合回路5, 6は、金属膜33の外周上の2点に結合されている。なお、入出力結合回路5, 6の結合点の位置は、必ずしも、正方形の金属膜33の中心に対する中心角 90° をなす必要はない。

【0061】図21に示した第4の実施例のバンドパスフィルタの周波数特性を図22に示す。なお、図22に示した特性は、上記正方形の金属膜33の一辺の長さを15mmとし、1.5×0.2mmの長方形の貫通孔33aを中心からずらした位置に形成した場合の特性である。なお、その他の寸法については、第1の実施例と同様である。

【0062】図22から明らかのように、第3の実施例

においても、上記貫通孔33aを形成することにより、正方形の金属膜33を用いてデュアルモード・バンドパスフィルタを構成し得ることがわかる。

【0063】図23は、第4の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を説明するための模式的平面図である。第4の実施例では、1つの貫通孔33aが形成されていたが、図23に示すように、複数の貫通孔33a, 33bを形成してもよい。図23に示した変形例のバンドパスフィルタの周波数特性を図24に示す。なお、貫通孔33bは、貫通孔33aと同じ寸法とし、貫通孔33a, 33bは、2mmの距離を隔てて平行に配置されている。その他の寸法については、第4の実施例と同様である。

【0064】図25は、第4の実施例のバンドパスフィルタ33の第2の変形例を示す模式的平面図であり、図26はその周波数特性を示す図である。第2の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、金属膜33に貫通孔33cが形成されている。この貫通孔33cは、貫通孔33a(第4の実施例)の両端において、貫通孔33aの長さ方向と直交する方向に折り曲げられた折り曲げ部33c₁, 33c₂を有する。この折り曲げ部の長さ寸法を0.7mmとした場合の周波数特性が図26に示されている。

【0065】図25及び図26から明らかなように、貫通孔33aは、必ずしも長方形の形状に限らず、長方形の両端に上記折り曲げ部33c₁, 33c₂が設けられている形状であってもよい。

【0066】図27は、第4の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第3の変形例を説明するための模式的平面図であり、図28はその周波数特性を示す図である。第3の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、金属膜33に、十字状の貫通孔33dが形成されている。十字状の貫通孔33dは、7mm×0.2mmと4mm×0.2mmの2個の長方形の貫通孔を互いに直交するようにクロスさせた形状に相当する。図27及び図28から明らかなように、十字状の貫通孔33dを形成した場合においても、第4実施例と同様に、デュアルモード・バンドパスフィルタを構成し得ることがわかる。

【0067】第4の実施例の第1～第3の変形例から明らかなように、本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタにおいては、貫通孔の形成数は複数であってもよく、また必ずしも長方形の貫通孔だけでなく、折り曲げ部を有するものであってもよく、さらに十字状の貫通孔であってもよい。すなわち、貫通孔の形状については、本発明において、特に限定されず、長方形や長方形を変形した上記各種形状の他、楕円形、円形など任意である。さらに、長方形以外の楕円形などの形状に、上記折り曲げ部が連ねられた形状であってもよい。また、貫通孔の形状及び寸法を調整することにより、どのような

貫通孔を用いた場合であっても、上記第1～第4の実施例と同様に、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させることができる。

【0068】図29及び図30は、本発明の第5の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの斜視図及び要部を示す模式的平面図であり、図31は、その周波数特性を示す図である。

【0069】第5の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタ41では、共振器を構成する金属膜43が正三角形の形状を有するように構成されている。その他の点については、第1の実施例と同様である。

【0070】第1の実施例と同じ誘電体基板2にグラウンド電極4を形成し、一辺の長さが21mmの正三角形の金属膜43を形成し、長辺10mm×短辺0.2mmの貫通孔43aを形成した。入出力結合回路5, 6は、貫通孔43aが設けられている位置とはずらされた位置において、金属膜43の異なる辺に結合した。なお、入出力結合回路5, 6の結合点は図示のものに限定されない。すなわち、金属膜43の中心に対して中心角度で90°を隔てて配置する必要は必ずしもなく、従って設計の自由度を高め得ることがわかる。

【0071】図31から明らかなように、金属膜43を正三角形とした場合であっても、第1～第4の実施例と同様にデュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させ得ることがわかる。

【0072】また、第5の実施例では、金属膜43は正三角形とされていたが、金属膜43は必ずしも正三角形とする必要はなく、任意の二等辺三角形を用いて構成してもよい。

【0073】図32は、第5の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を示す模式的平面図であり、図33は、その周波数特性を示す図である。第5の実施例において、金属膜43の平面形状を、頂角が90°、底辺の長さが21mmの直角二等辺三角形としたことを除いては、第5の実施例と同様に構成されている。図32及び図33から明らかなように、直角二等辺三角形の金属膜43を用いた場合であっても、貫通孔43aを形成し、入出力結合回路5, 6を金属膜43の2つの部分に結合させることにより、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させ得ることがわかる。

【0074】図34及び図35は、第5の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第2の変形例を説明するための模式的平面図及び周波数特性を示す図である。第2の変形例では、頂角が120°、底辺の長さが21mmの二等辺三角形の形状を有するように金属膜43が構成されている。その他の点については第5の実施例と同様である。図34及び図35から明らかなように、第2の変形例においても、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させ得ることがわかる。

【0075】第5の実施例及び第5の実施例の第1, 第

2の変形例から明らかなように、本発明においては、様々な二等辺三角形の金属膜に上記貫通孔を形成し、該貫通孔の寸法を制御すると共に入出力結合回路を三角形の異なる部分に結合することにより、2つの共振モードを結合させ、デュアルモード・バンドパスフィルタを構成し得ることがわかる。

【0076】図36は、本発明の第6の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの外観を示す斜視図であり、図37はその模式的平面図であり、図38は周波数特性を示す図である。

【0077】第6の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタ51では、金属膜53が菱形の形状を有する。その他の点については、第1の実施例と同様である。いま、第1実施例と同様の誘電体基板及びグラウンド電極を用い、対角線長が21mm及び8mmの菱形の形状を有するように金属膜53を形成した。また、金属膜53内に、長辺14mm×短辺0.2mmの貫通孔53aを形成した。そして、この金属膜53の異なる2辺に入出力結合回路5, 6を結合した。図38から明らかなように、このデュアルモード・バンドパスフィルタにおいても、上記構成を有するため、2つのモードが結合され、デュアルモード・バンドパスフィルタとしての特性の得られることがわかる。

【0078】第6の実施例から明らかなように、本発明におけるデュアルモード・バンドパスフィルタでは、共振器を構成するための金属膜の形状は菱形であってもよい。図39は、第6の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を示す模式的平面図であり、図40はその周波数特性を示す図である。第1の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、入出力結合回路5, 6の結合点が、第6の実施例と異ならされている。すなわち、長い方の対角線と直交する方向において、対向するように入出力結合回路5, 6が金属膜53に結合されている。その他の点については、第6の実施例と同様である。

【0079】図39及び図40から明らかなように、第1の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタにおいても、2つのモードを結合され得ることがわかる。また、図38及び図40に示されている周波数特性を比較すれば明らかなように、入出力結合回路5, 6の結合点を異ならすことにより、帯域幅を大きく変え得ることがわかる。

【0080】図41及び図42は、第6の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第2の変形例を説明するための模式的平面図及び周波数特性を示す図である。第2の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、金属膜53の菱形形状が第6の実施例と異ならされている。すなわち、対角線長が21mm及び12mmの菱形形状を有するように金属膜53が構成されている。その他の点については、第6の実施例と同様である。

る。

【0081】図38及び図42に示す特性を比較すれば明らかなように、菱形の短い方の対角線の長さを変えることにより、帯域幅を変更し得ることがわかる。このように、菱形形状の金属膜を用いて共振器を構成した場合、該菱形の形状を変化させることにより、帯域幅を大幅に変更することができる。

【0082】図43及び図44は、本発明の第7の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの外観を示す斜視図及び模式的平面図である。第7の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、共振器を構成する金属膜63が正五角形の形状を有する。その他の点については、第1の実施例と同様に構成されている。上記金属63として、一辺の長さが9.5mmの正五角形とし、その他の構造については第1の実施例の実験例と同様にして構成されたデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を図45に示す。

【0083】図45から明らかなように、金属膜63を正五角形の形状とした場合であっても、貫通孔63aの寸法を調整することにより2つのモードを結合させて、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させ得ることがわかる。

【0084】図46は、第7の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例の要部を示す模式的平面図であり、図47はその周波数特性を示す図である。第7の実施例では、金属膜63が正五角形の形状を有していたが、本発明においては、金属膜の形状は正五角形に限らず、この変形例のように正六角形であってもよい。図46に示した変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、金属膜63Aが一辺の長さが7.5mmの正六角形の形状となるように構成し、その他の寸法については第7の実施例と同様にしてデュアルモード・バンドパスフィルタを作製し、周波数特性を測定した。結果を図47に示す。

【0085】図47から明らかなように、正六角形の金属膜63Aを用いて共振器を構成した場合であっても、2つのモードの共振を結合させることができ、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作させ得ることがわかる。

【0086】

【発明の効果】本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、誘電体基板に共振器を構成するための金属膜を形成し、該金属膜に貫通孔を形成し、該貫通孔の寸法を調整することにより、入出力結合回路の結合点の位置が限定されることなく、2つの共振モードを結合させてデュアルモード・バンドパスフィルタとしての特性を得ることができる。従って、従来のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、共振器を構成する金属膜の形状に制約があつたり、入出力結合回路の結合点の位置に制約があつたのに対し、本発明に係るデュアルモード

・バンドパスフィルタでは、このような制約がないため、デュアルモード・バンドパスフィルタの設計の自由度を大幅に高めることができる。

【0087】しかも、上記のように、金属膜の寸法を、貫通孔の寸法あるいは入出力結合回路の結合点の位置を異ならせることにより、帯域幅を大幅に調整することができ、所望とする帯域幅のデュアルモード・バンドパスフィルタを容易に提供することができる。

【0088】本発明において、上記貫通孔が、長手方向と短手方向とを有する形状である場合、該長手方向と直交する方向において生じる共振電流が該貫通孔において遮断されるので、該貫通孔の長手方向と直交する方向に沿う共振の共振周波数を容易に変化させることができ、それによって2つのモードをより確実に結合させることができる。

【0089】また、本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、上記貫通孔及び金属膜の平面形状は特に限定されないため、様々な形状の貫通孔及び金属膜を有するデュアルモード・バンドパスフィルタを提供することができる。例えば、貫通孔として、長方形、楕円形、長方形またはこれらの形状の一部において長手方向と交叉する方向に延びた折り曲げ部を有する形状や十字状などを任意の形状とすることができます。同様に、金属膜についても、長方形、菱形、正多角形、円形または楕円形あるいは外周縁が不規則な形状の任意形状とすることができます。

【0090】本発明において、上記貫通孔は複数形成されていてもよく、貫通孔の数を変化させることにより、帯域幅を調整することが可能となる。本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、上記金属膜及びグラウンド電極は、誘電体基板表面及び誘電体基板内のいずれに形成されていてもよいが、誘電体基板の第1の主面に金属膜が形成されており、第2の主面にグラウンド電極が形成されている構造の場合には、単に誘電体基板の両面に導電膜を形成するだけで、容易に本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタを構成することができる。

【0091】また、トリプレート構造にした場合には、上記金属膜からの放射を防ぐことができ、バンドパスフィルタの損失を少なくすることができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための斜視図。

【図2】第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を示す模式的平面図。

【図3】第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図4】誘電体基板上に貫通孔を有しない矩形の金属膜を形成して共振器を構成した場合の周波数特性を示す図。

【図5】第1の実施例の具体的な実験例において、金属膜を15×7mm、貫通孔の長さを6mm、幅を0.2mmとした場合の周波数特性を示す図。

【図6】第1の実施例の具体的な実験例において、金属膜を15×7mm、貫通孔の長さを8mm、幅を0.2mmとした場合の周波数特性を示す図。

【図7】第1の実施例の具体的な実験例において、金属膜を15×7mm、貫通孔の長さを10mm、幅を0.2mmとした場合の周波数特性を示す図。

【図8】第1の実施例の具体的な実験例において、金属膜を15×7mm、貫通孔の長さを12mm、幅を0.2mmとした場合の周波数特性を示す図。

【図9】第1の実施例の具体的な実験例において、金属膜を15×7mm、貫通孔の長さを13.5mm、幅を0.2mmとした場合の周波数特性を示す図。

【図10】(a)は、第1の実施例の第1の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタを示す断面図、

(b)は、第1の実施例の第2の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を示す模式的平面図。

【図11】第1の実施例の第2の変形例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図12】第1の実施例の第3の変形例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの模式的平面図。

【図13】第1の実施例の第3の変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図14】本発明の第2の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの外観を示す斜視図。

【図15】第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を示す模式的平面図。

【図16】第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図17】第2の実施例の第1の変形例を説明するための模式的平面図。

【図18】第2の実施例の第1の変形例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図19】第3の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための模式的平面図。

【図20】第3の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図21】第4の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの模式的平面図。

【図22】第4の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図23】第4の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を説明するための模式的平面図。

【図24】第4の実施例の第1の変形例の周波数特性を示す図。

【図25】第4の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第2の変形例を示す模式的平面図。

【図26】第4の実施例の第2の変形例の周波数特性を示す図。

【図27】第4の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第3の変形例を説明するための模式的平面図。

【図28】第4の実施例の第3の変形例の周波数特性を示す図。

【図29】第5の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの斜視図。

【図30】第5の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を説明するための模式的平面図。

【図31】第5の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図32】第5の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を示す模式的平面図。

【図33】第5の実施例の第1の変形例の周波数特性を示す図。

【図34】第5の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第2の変形例を示す模式的平面図。

【図35】第5の実施例の第2の変形例の周波数特性を示す図。

【図36】第6の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの斜視図。

【図37】第6の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を説明するための模式的平面図。

【図38】第6の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図39】第6の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を示す模式的平面図。

【図40】第6の実施例の第1の変形例の周波数特性を示す図。

【図41】第6の実施例に係るデュアルモード・バンド

10

20

30

パスフィルタの第2の変形例を示す模式的平面図。

【図42】第6の実施例の第2の変形例の周波数特性を示す図。

【図43】第7の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの斜視図。

【図44】第7の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を説明するための模式的平面図。

【図45】第7の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの周波数特性を示す図。

【図46】第7の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの第1の変形例を説明するための模式的平面図。

【図47】第7の実施例の第1の変形例の周波数特性を示す図。

【図48】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタの一例を示す模式的平面図。

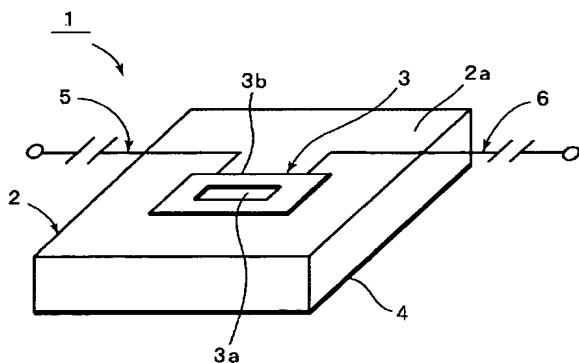
【図49】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタの他の例を示す模式的平面図。

【図50】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタのさらに他の例を示す模式的平面図。

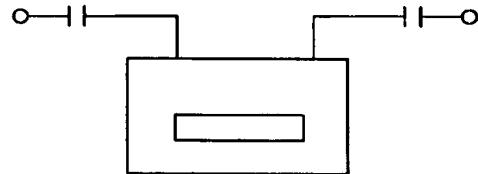
【符号の説明】

- 1 …デュアルモード・バンドパスフィルタ
- 2 …誘電体基板
- 3 …共振器を構成する金属膜
- 3a …貫通孔
- 4 …グラウンド電極
- 5, 6 …入出力結合回路
- 1 1, 2 1, 3 1, 4 1, 5 1, 6 1 …デュアルモード・バンドパスフィルタ
- 1 3, 2 3, 3 3, 4 3, 5 3, 6 3, 6 3 A …金属膜
- 1 3 a, 2 3 a, 3 3 a, 4 3 a, 5 3 a, 6 3 a …貫通孔

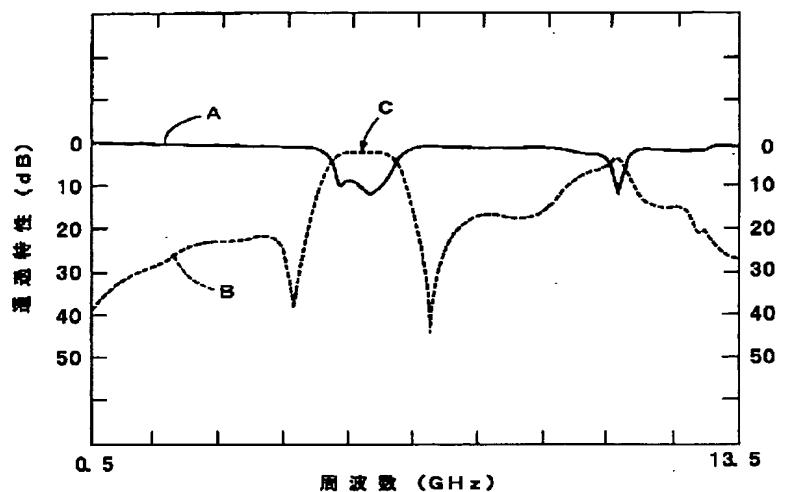
【図1】



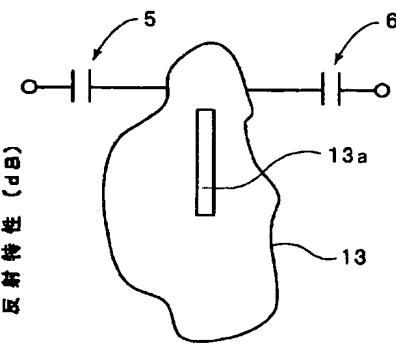
【図2】



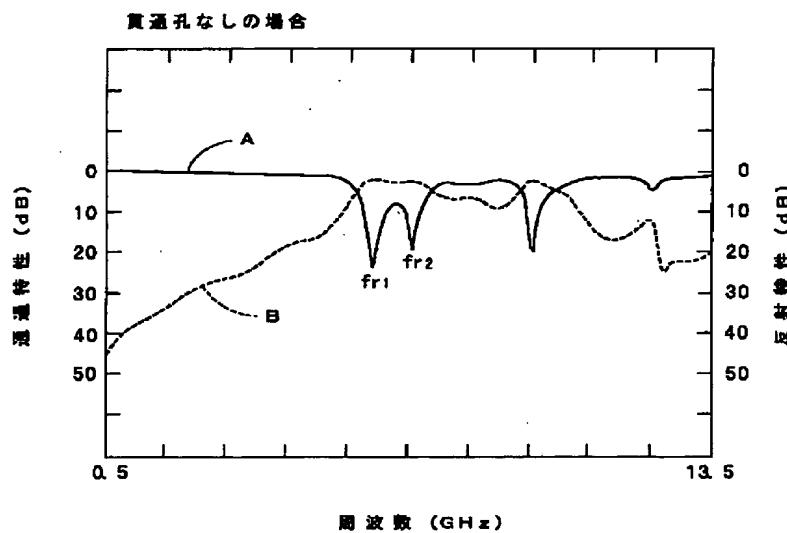
【図3】



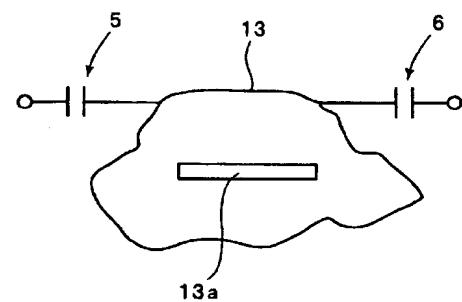
【図17】



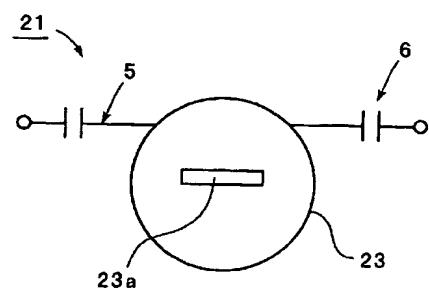
【図4】



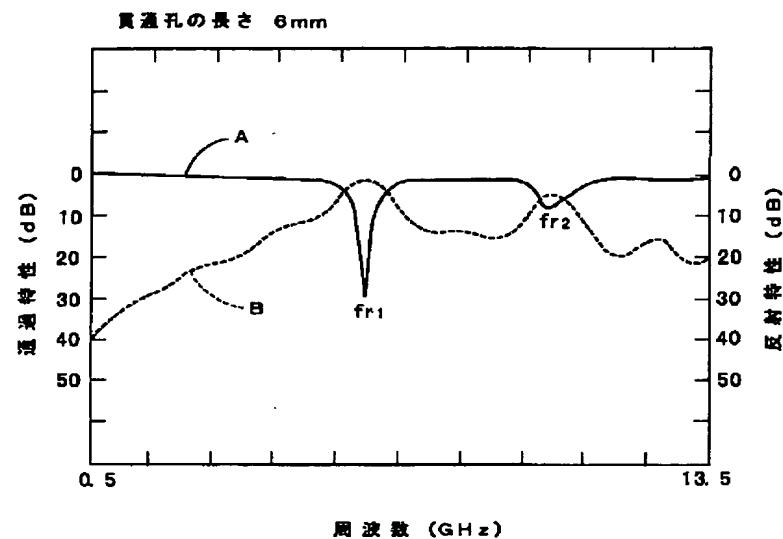
【図15】



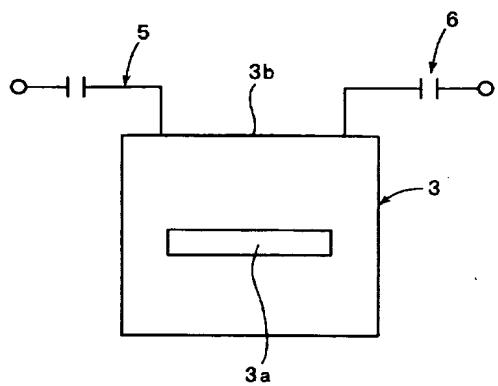
【図19】



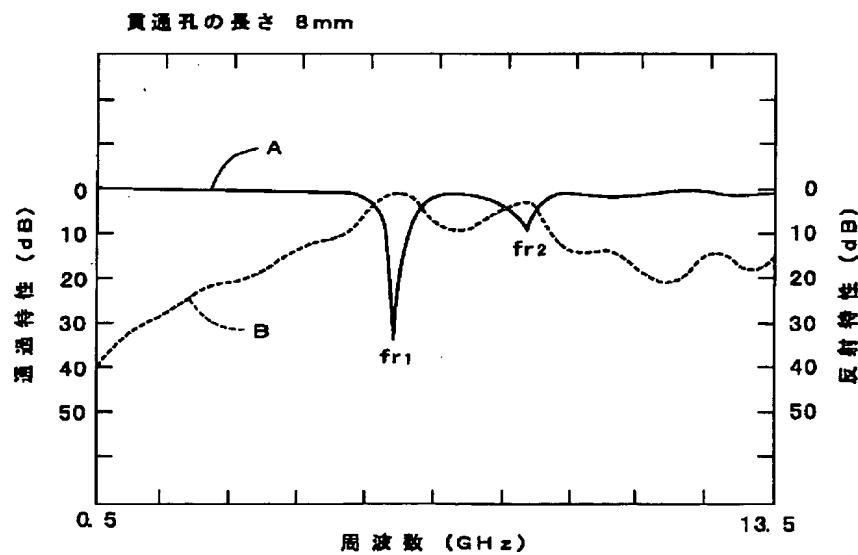
【図5】



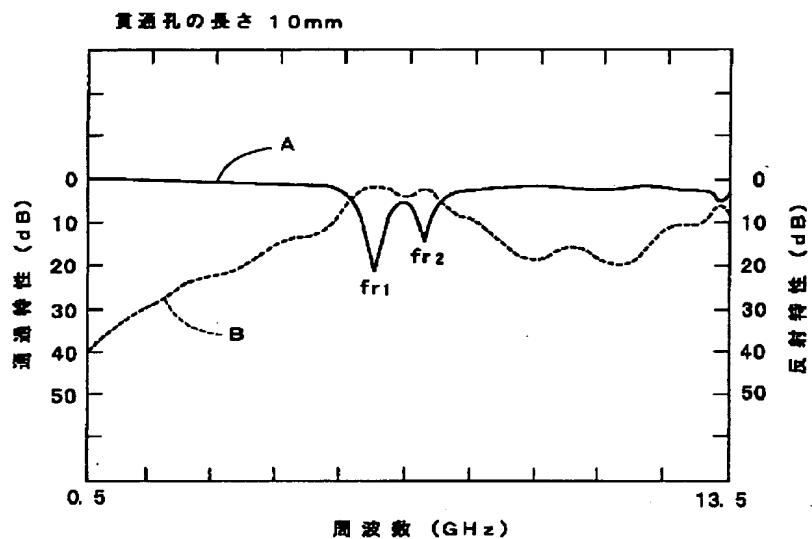
【図12】



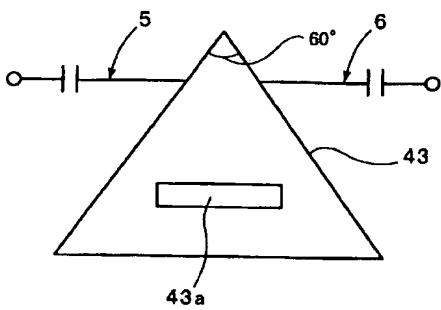
【図6】



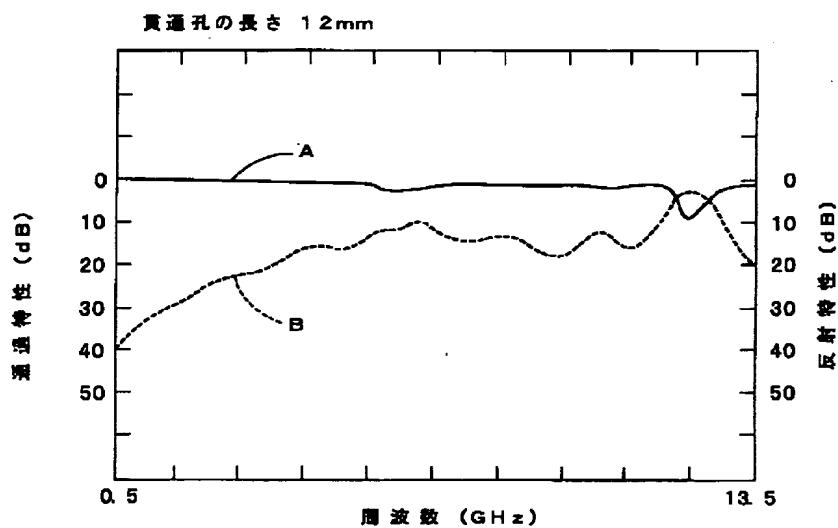
【図7】



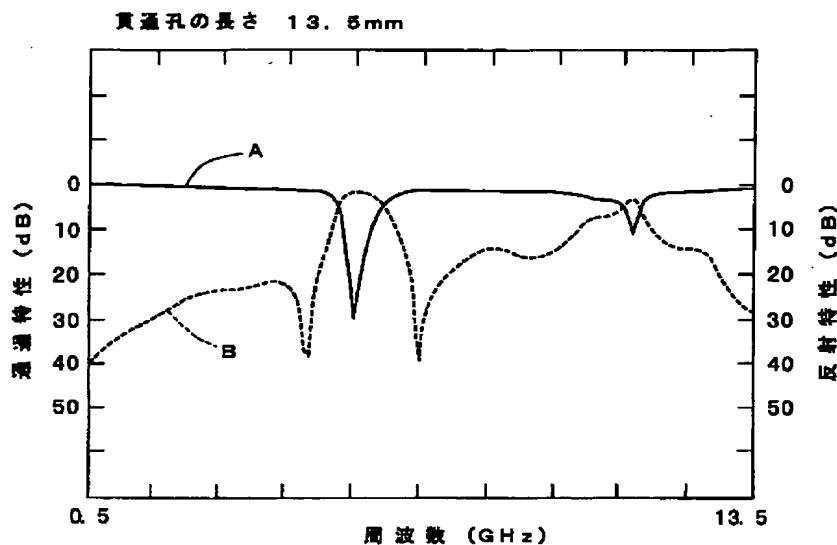
【図30】



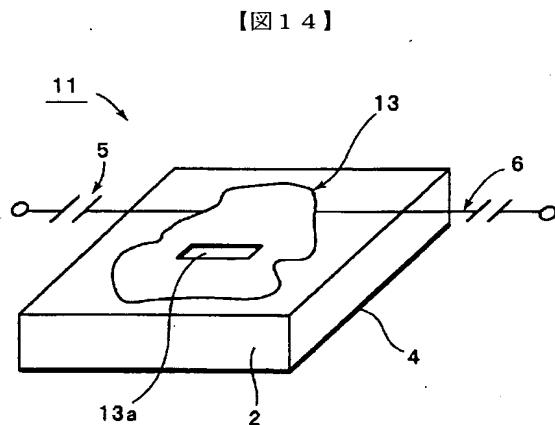
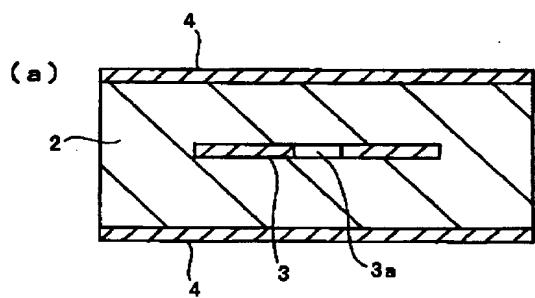
【図8】



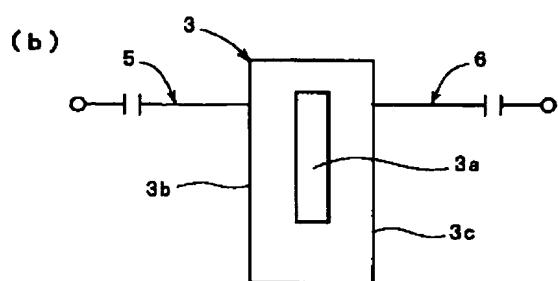
【図9】



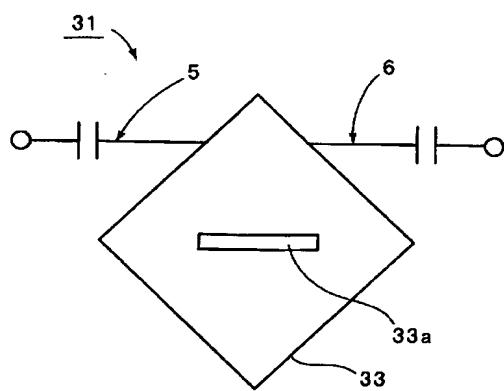
【図10】



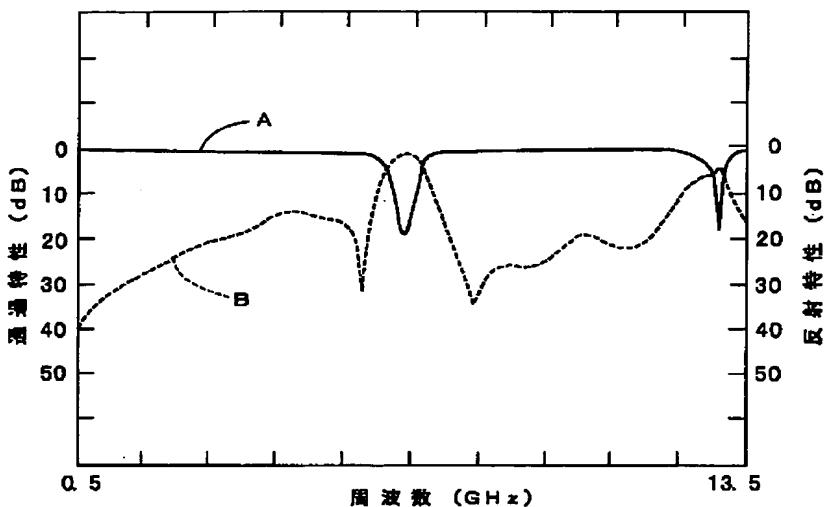
【図14】



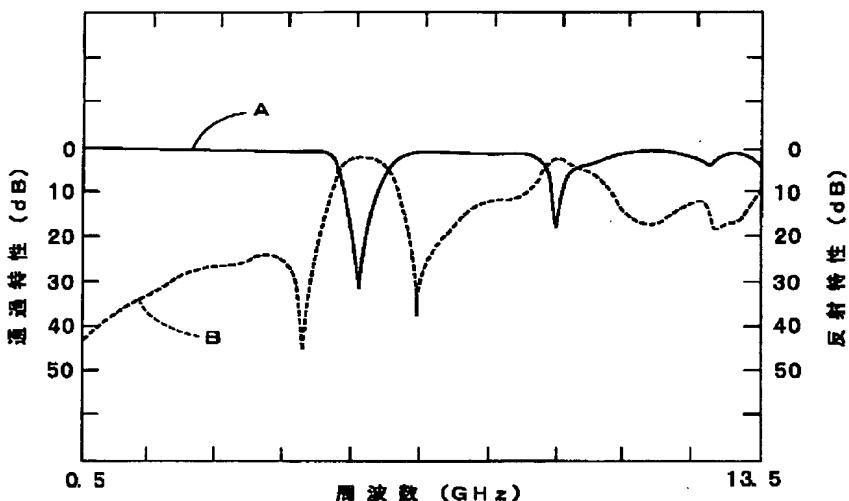
【図21】



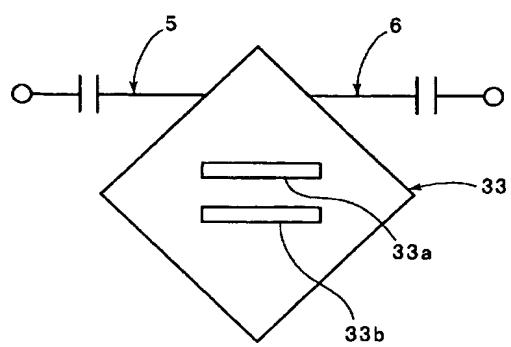
【図11】



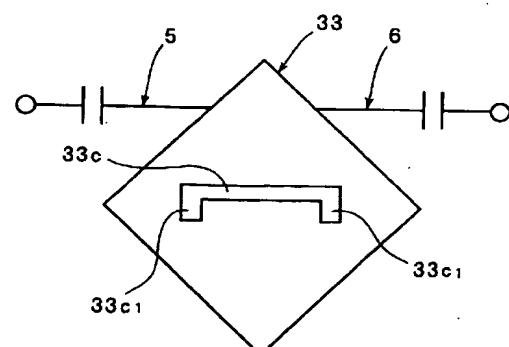
【図13】



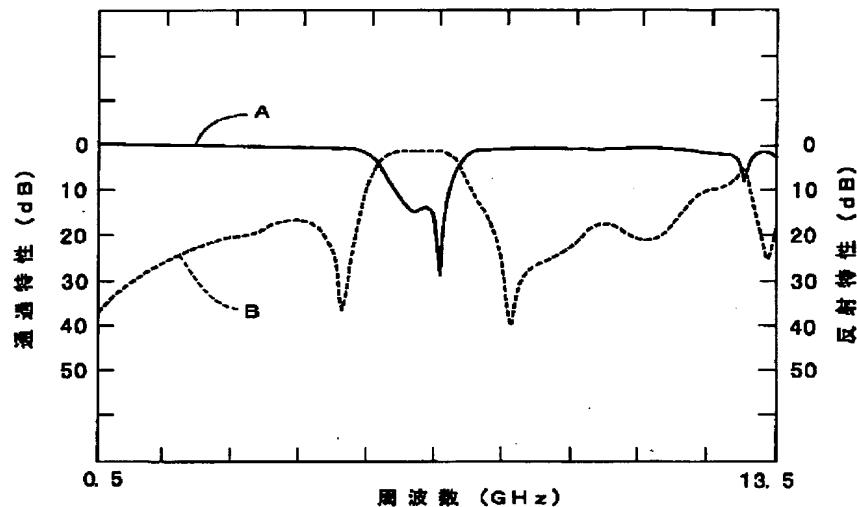
【図23】



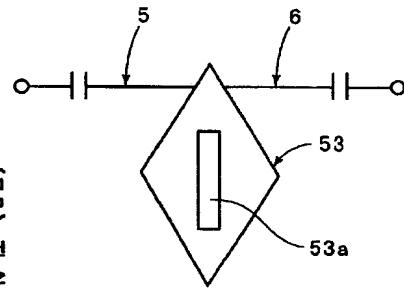
【図25】



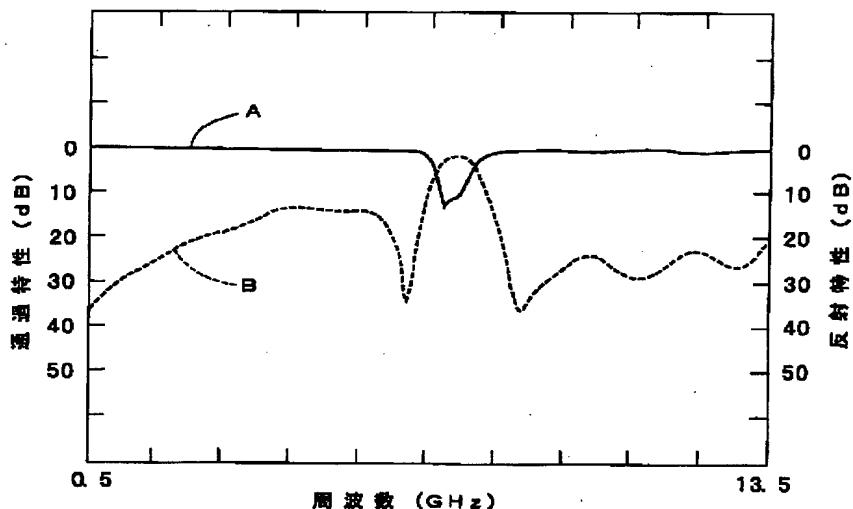
【図16】



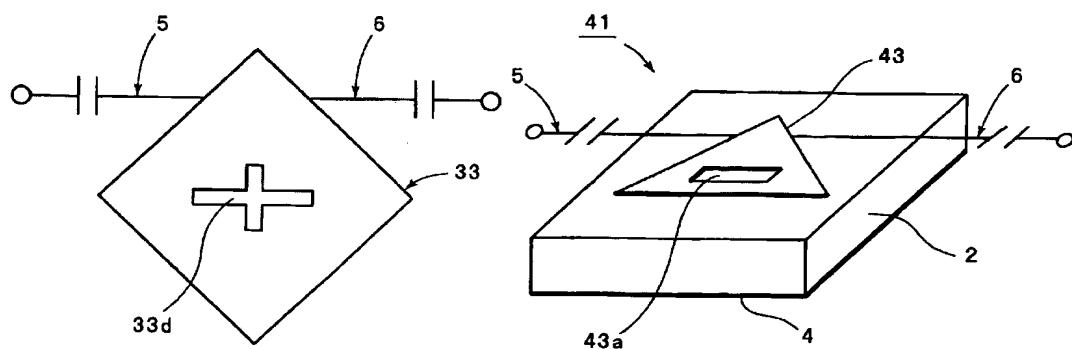
【図39】



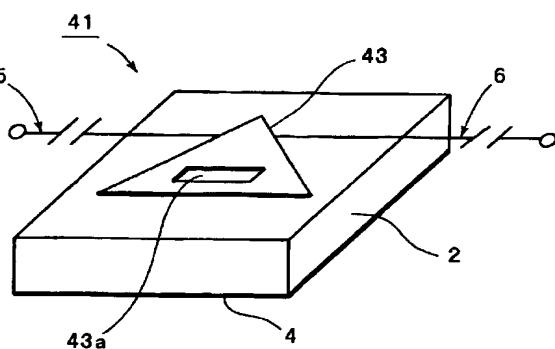
【図18】



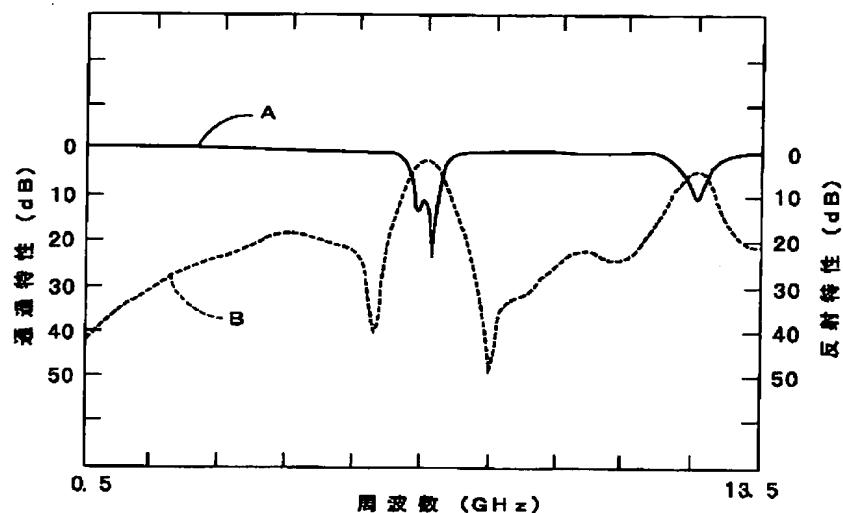
【図27】



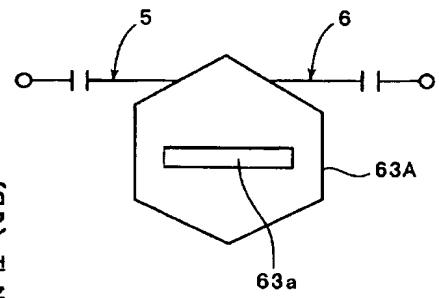
【図29】



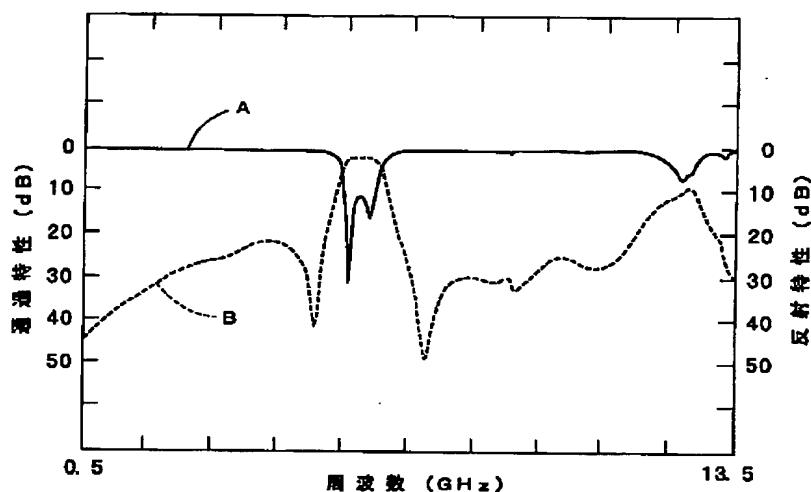
【図20】



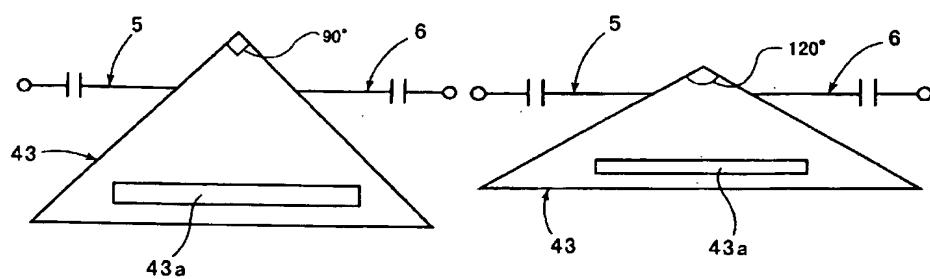
【図46】



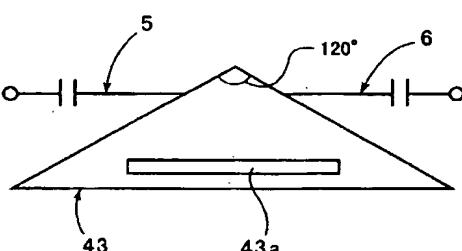
【図22】



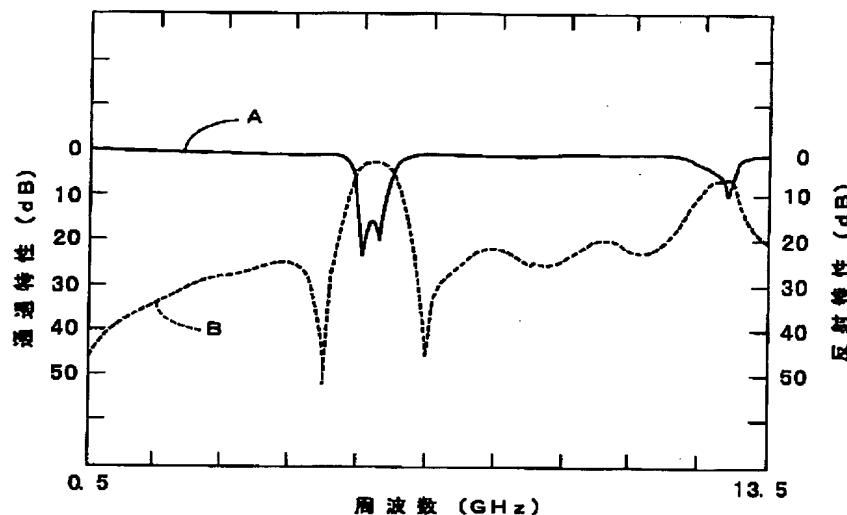
【図32】



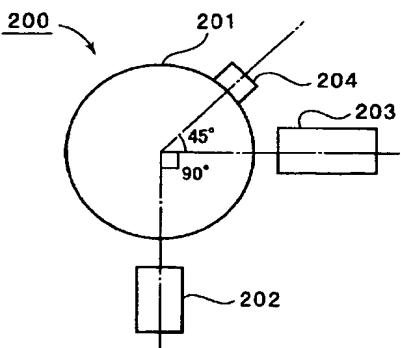
【図34】



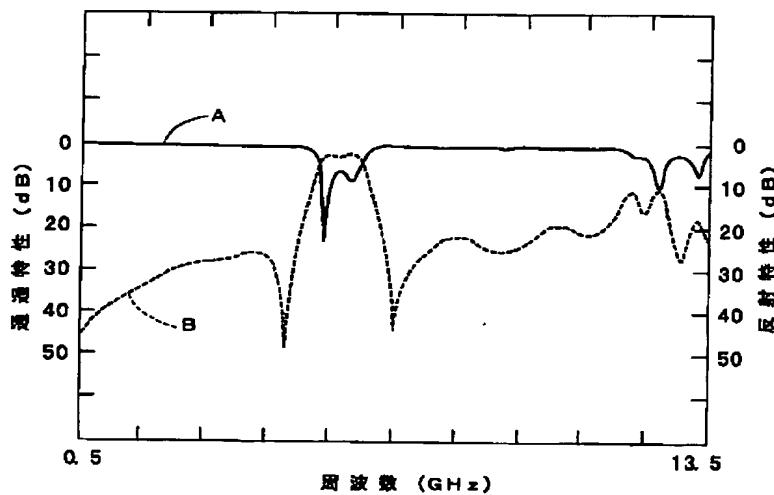
【図24】



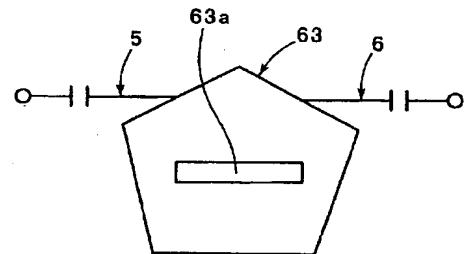
【図48】



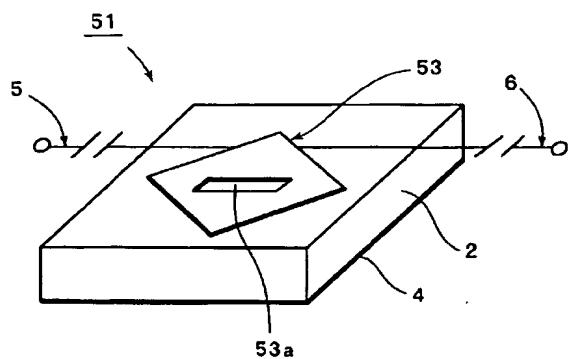
【図26】



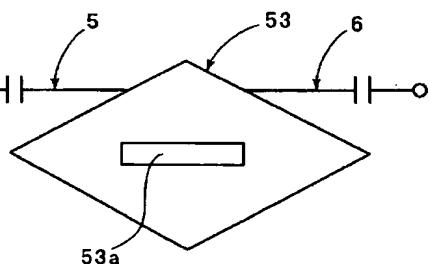
【図44】



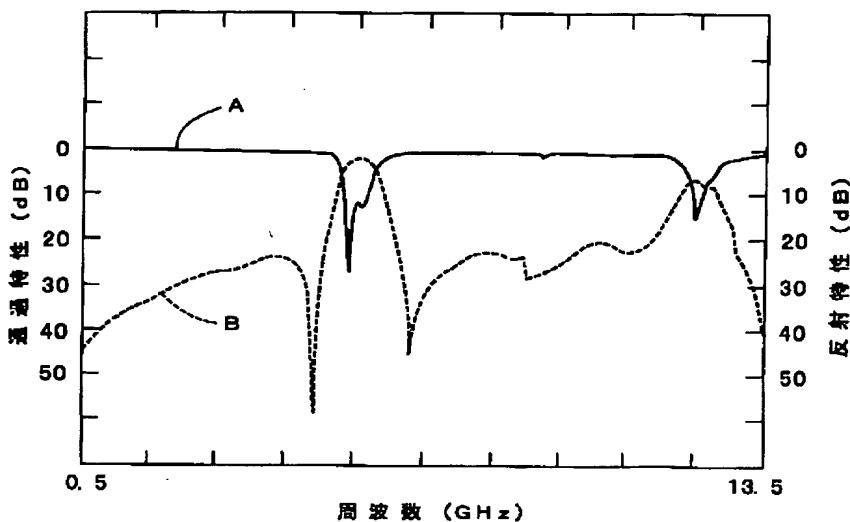
【図36】



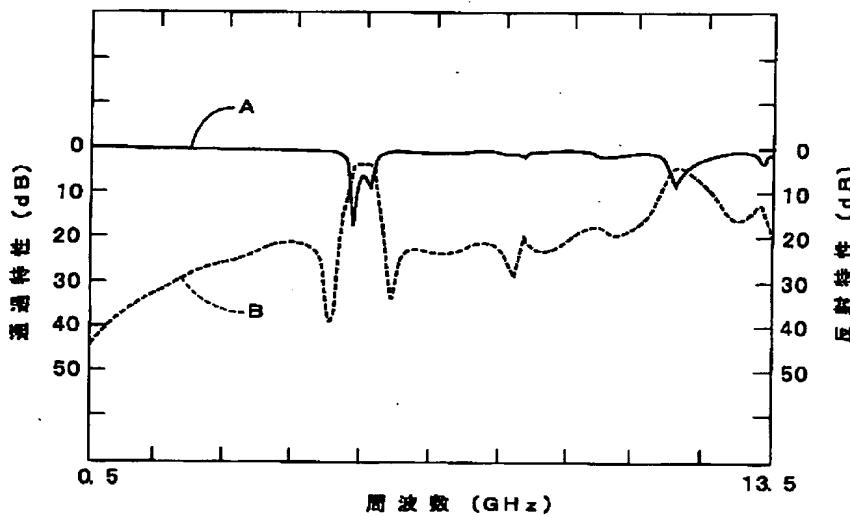
【図37】



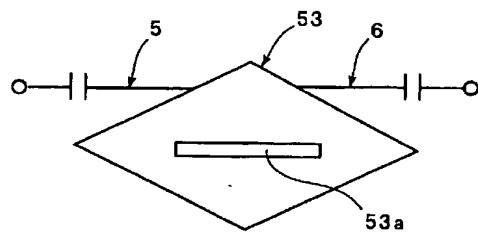
【図28】



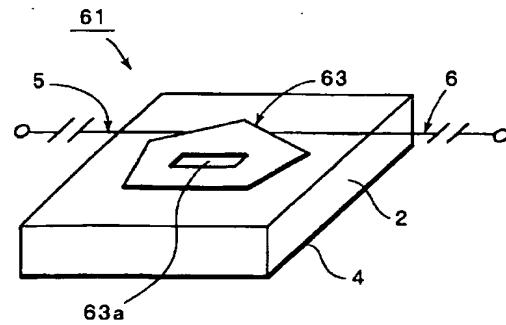
【図31】



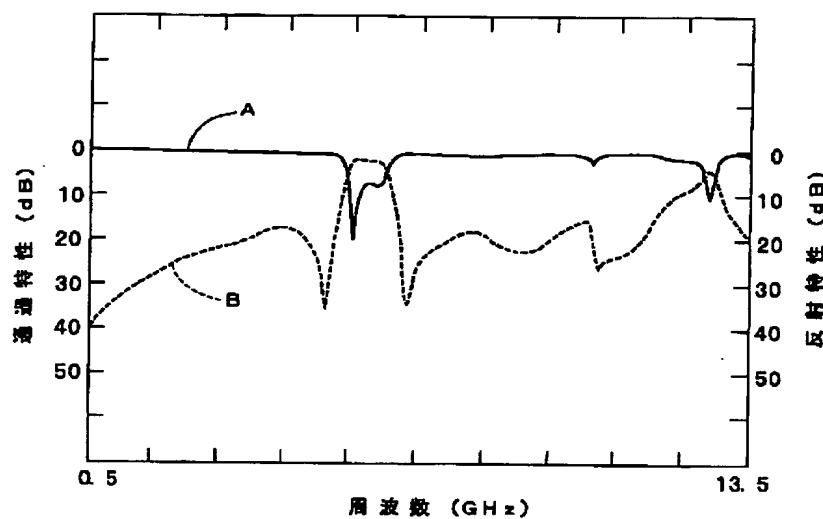
【図41】



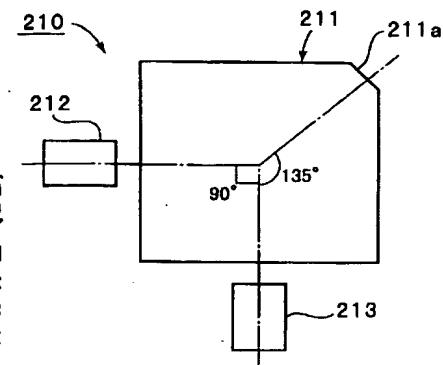
【図43】



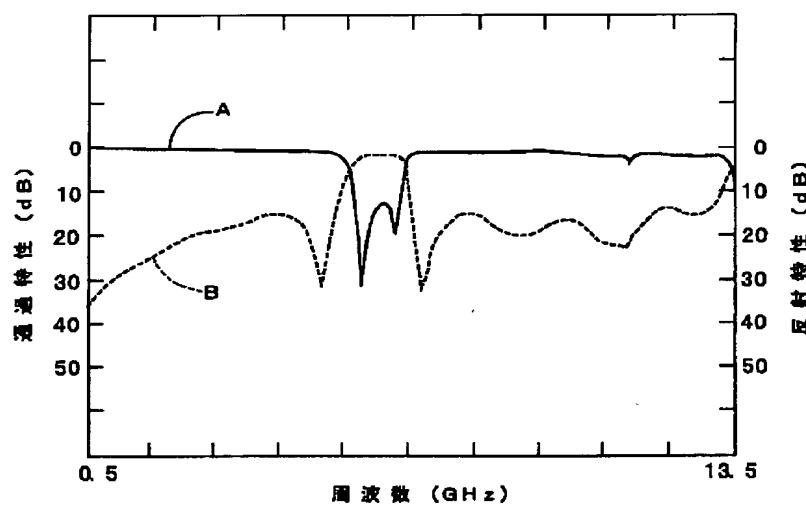
【図33】



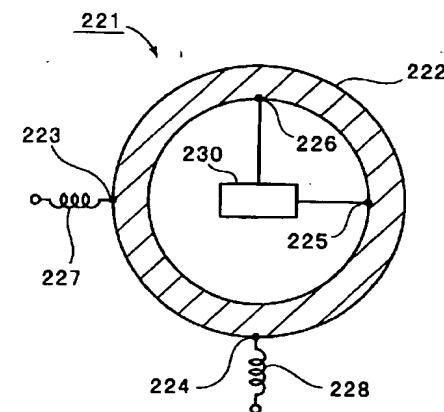
【図49】



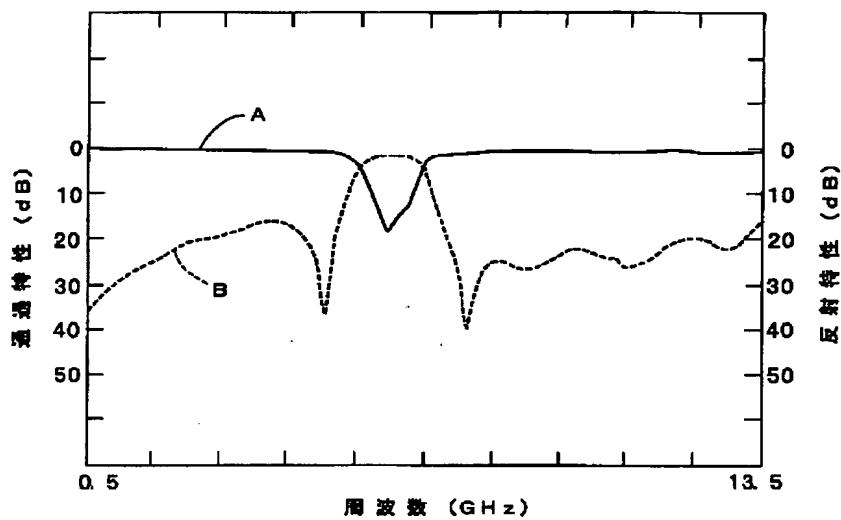
【図35】



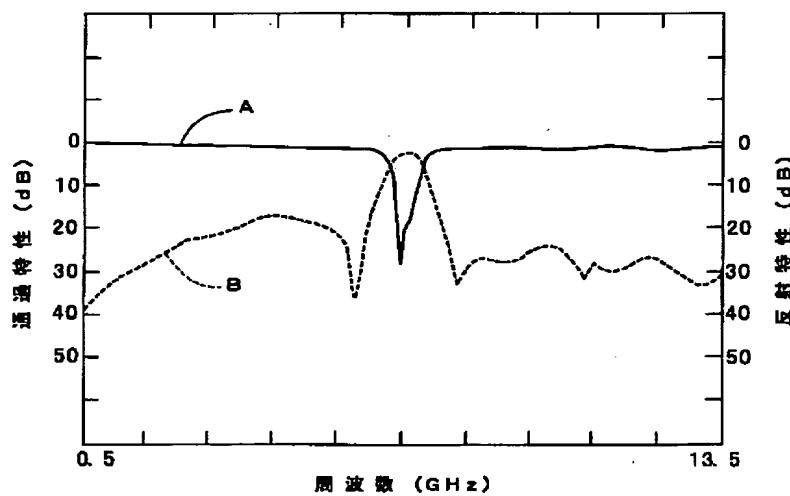
【図50】



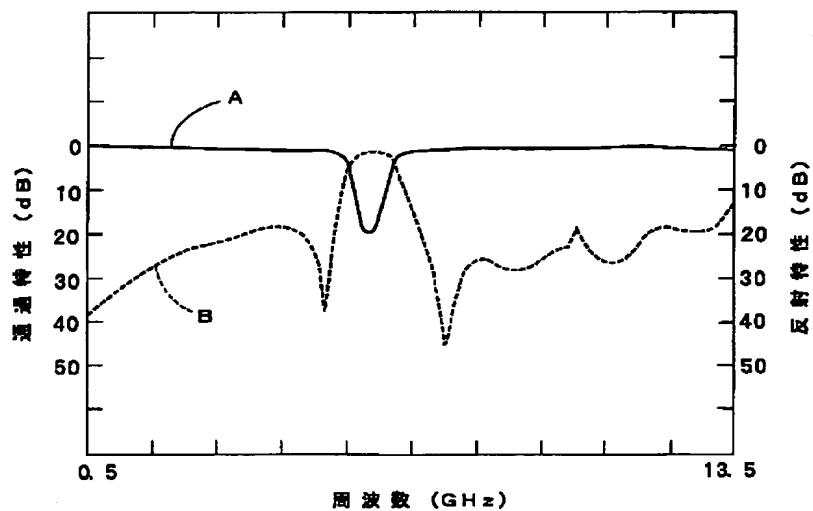
【図38】



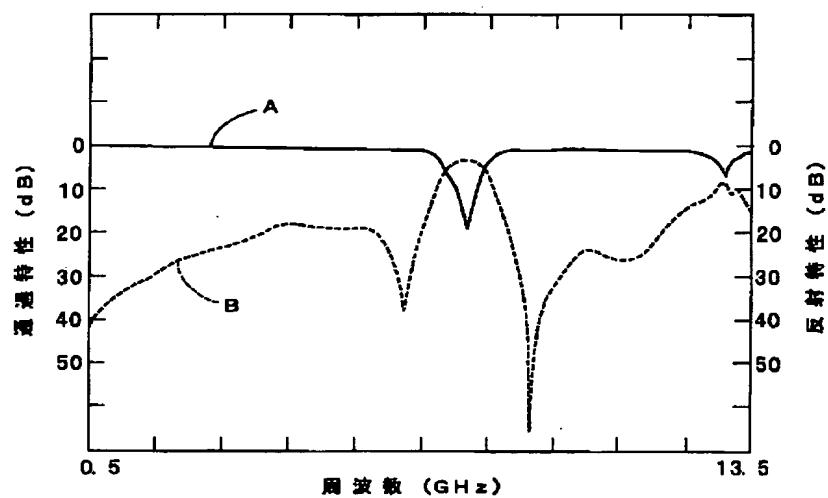
【図40】



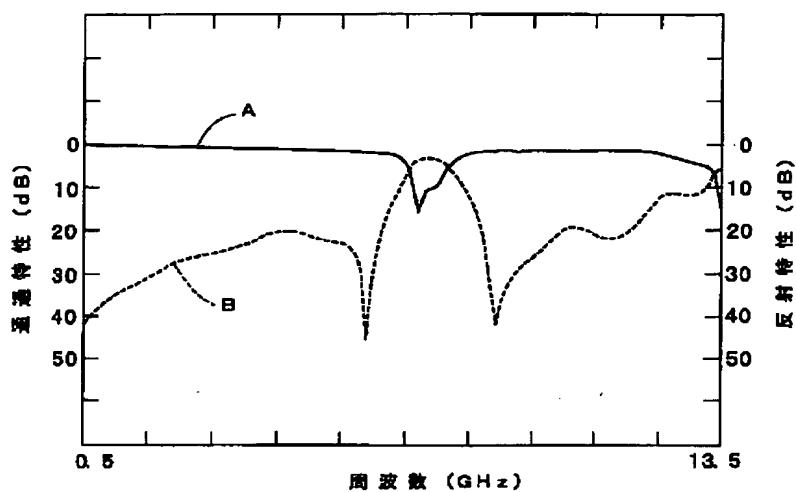
【図42】



【図45】



【図47】



フロントページの続き

(72) 発明者 溝口 直樹
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

F ターム(参考) 5J006 HB03 HB04 HB15 HB16 JA11
JA14 LA05 LA11 LA21 NA07
NB00 NE13